

Academy of Higher Studies
School of Basic Sciences
Computer Science Department

Computer Modeling and Simulation
(CS 632)

Study Case of

A Simulation for the Transportation System Problem

(Analysis , Design, Programming By CSIM language)

Student Name: Osama Mohamed Elrajubi
Student No. 8769

ليبيا – مصراته 2010

Keywords: CSIM language, Modeling and Simulation, Queue System, Sharing Resources

الملخص:

في هذه الورقة سوف نعرض ونناقش كيفية محاكاة و نمذجة مشكلة واقعية، وهي مجال يقع في اهتمام الكثيرين، كما أنها مجال عادة ما لا تتاح حلول تحليلية لمعظم قياسات الأداء الهامة فيه مثل التكلفة، وهي مشكلة نظام النقل.

ولكي نتمكن من توضيح المشكلة وعمل كل خطوات المحاكاة لهذه المشكلة بما فيها مرحلة البرمجة وأخذ النتائج وتحليلها، فإنه يجب وضع افتراضات وتحديد قيم لكل المتغيرات المرتبطة مع هذه المشكلة. وقد قمنا بتنفيذ برنامج المحاكاة باستخدام أحدى أهم لغات المحاكاة وهي لغة CSIM. وقد تم أخذ النتائج خلال فترة زمنية =1 سنة = 525600 دقيقة، ومن خلال ذلك تحصلنا على العدد الأمثل للسائقين والرافعات التي يجب أن تمتلكها الشركة للحصول على أقل تكلفة.

1- مقدمة:

المحاكاة (Simulation) هي عملية تقليد لأداة حقيقية أو عملية فيزيائية أو حيوية.تحاول المحاكاة أن تمثل وتقدم الصفات المميزة لسلوك نظام مجرد أو فيزيائي بوساطة سلوك نظام آخر يحاكي الأول.

تستخدم كلمة (محاكاة) في مجالات كثيرة، فمثلا تستخدم المحاكاة لنمذجة الجمل الطبيعية والأجهزة البشرية لمحاولة استكشاف تفاصيل هذه العملية. هناك محاكاة أيضا في التقنية وهندسة الأمان، حيث يكون الهدف فحص بعض سيناريوهات العمل في العالم الحقيقي واختبار أمن بعض العمليات أو حتى مدى جدواها العلمية والاقتصادية. وقد ابتكرت فكرة أنظمة المحاكاة في ناسا من أجل تدريب رواد الفضاء على قيادة مركبة الفضاء، أو مركبة الهبوط على القمر، وكان المهندسون المختصون في هيوستن يرتبون للرواد برامج معينة تمثل مشاكل أو أعطال قد تواجه رواد الفضاء على الطبيعة، من أجل تعويدهم على التصرف السريع واستعادة تحكمهم في المركبة. وأحيانا كان يخرج رائد الفضاء ممتعضا من نظام المحاكاة بسبب ما يفعله معهم المهندسون أثناء التدريب.

إن النمذجة والمحاكاة تعتبر من المواضيع المهمة جدا من أجل إجراء الدراسات وتحديد الجدوى الاقتصادية قبل تنفيذ أي مشروع، وذلك في العديد من المجالات المختلفة. ويوجد هناك العديد من لغات الحاسوب التي يمكن أن تستخدم في برمجة أنظمة المحاكاة، ولكن استخدام لغات برمجة خاصة بالنمذجة والمحاكاة مثل لغة CSIM التي تم استخدامها في هذا البحث، يوفر الوقت والجهد بشكل كبير.

2- وصف المشكلة:

قي هذه الورقة سوف نقوم بدراسة مشكلة نظام نقل بضائع إلى شركة. حيث تصل الشاحنات المعبــأة بالبضائع عشوائيا على مدار 24 ساعة، خلال 7 أيام عمل في الأسبوع، إلى مخازن الــشركة لأجــل تفريغها في المخازن، وحتى يمكننا تحليل وتصميم وبرمجة النظام بالكامل، فإنه يجب علينــا فــرض وتحديد مجموعة من المتغيرات (والتي يجب أن تأخذ من الشركة المراد محاكاة نظام النقــل الخــاص بها)، وكما يلي:

- لدى الشركة نفس العدد من السائقين والرافعات وهو يساوي C.
- كل سائق يعمل لدى الشركة له أجرة 12 دينار لكل ساعة عمل، بالإضافة إلى أنه يتقاضي مرتب ثابت قدره 20 دينار في اليوم.
- تستطيع الشركة الاستعانة بأي عدد من السائقين الخارجيين مع رافعاتهم، لتفريغ الشاحنات، ولكن بتكلفة 24 دينار لكل ساعة عمل.
- وسياسة الشركة هو تفريغ الشاحنة بمجرد وصولها، بغض النظر عن أي تكلفة إضافية يمكــن أن تحدث، وذلك بسبب الغرامة الكبيرة التي تفرض على الشركة في حالة تسببها في تأخير الشاحنات.
- معدل التفريغ للشاحنات لكل سائق رافعة، ثابت ويساوي 7 طن في الساعة.
- ولأجل التبسيط سوف نتغاضى عن احتمالية حدوث الأعطال بالرافعات التي تملكها الشركة، وكذلك احتمالية غياب أو مرض أي سائق يعمل لدى الشركة.
- وكذلك بفرض أن مخازن الشركة ذات سعة كبيرة جدا ولا يمكن أن تمتلئ.

3- تحليل النظام

لفهم وتحليل النظام يجب تحديد الآتي:

- **طبيعة النظام:** نظام طابور (Queue System)
- **نوع المحاكاة:** متقطع (Discrete)
- **مقاييس الأداء(Performance Measures)** : هي إجمالي تكاليف التفريغ.
- **الكائنات الموجودة في النظام (Entities)**

  1- السائقين 2-الرافعات 3-الشاحنات
- **الأحداث Events**

  1-وصول شاحنة 2-البدء في تفريغ شاحنة

  3-الانتهاء من تفريغ شاحنة
- **المصادر المشتركة Sharing Resource** : لا يوجد مصادر مشتركة.

- العلاقات **Relationships**

زمن الخدمة(زمن تفريغ الشاحنات) يتناسب طرديا مع مقدار حمولة الشاحنات، وذلك بافتراض أن معدل التفريغ للشاحنات ثابت.

<u>**الهدف**</u>: هو تحديد عدد السائقين والرافعات (C) الذي يكون مثاليا للحصول على أقل تكـــاليف تفريـــغ إجمالية.

حيث لا نريد أن يكون لدينا عدد سائقين أكثر من اللازم يعملون لدى الشركة، بسبب وجود أجرة يومية ثابتة لكل سائق بغض النظر عن ساعات العمل التي يعملها، وكذلك لا نريد أن يكون لدينا عدد قليل من السائقين الذين يعملون لدى الشركة، بسبب أن تكلفة السائقين الخارجيين تساوي ضعف تكلفة ســـائقي الشركة لكل ساعة عمل.

4- التوزيعات الإحصائية للنظام

التوزيعات المناسبة لمدخلات النظام العشوائية هي كالتالي:

1. أوقات ما بين الوصول للشاحنات، تتبع توزيعا أسيا (Exponential).
2. أوزان حمولات الشاحنات عشوائية، تتبع توزيعا منتظما (uniform)، وأن الأوزان متقاربة من بعضها البعض.

<u>وبافتراض أن</u>

- أوقات ما بين الوصول للشاحنات تتبع توزيعا أسيا (Exponential) بمتوسط 140 دقيقة.
- أوزان حمولات الشاحنات تتبع توزيعا منتظما (uniform) لقيم من 20 إلى 40 طن.

وبما أن معدل التفريغ لكل السائقين ثابت (7 طن في الساعة)، ولذلك فإن زمن الخدمة (الزمن اللازم لتفريغ أي شاحنة) يتناسب طرديا مع أوزان حمولات الشاحنات، ويكون عشوائيا ويتبع نفس التوزيع (uniform) وهو محدد خلال فترة زمنية معينة يمكن حسابها كالآتي:

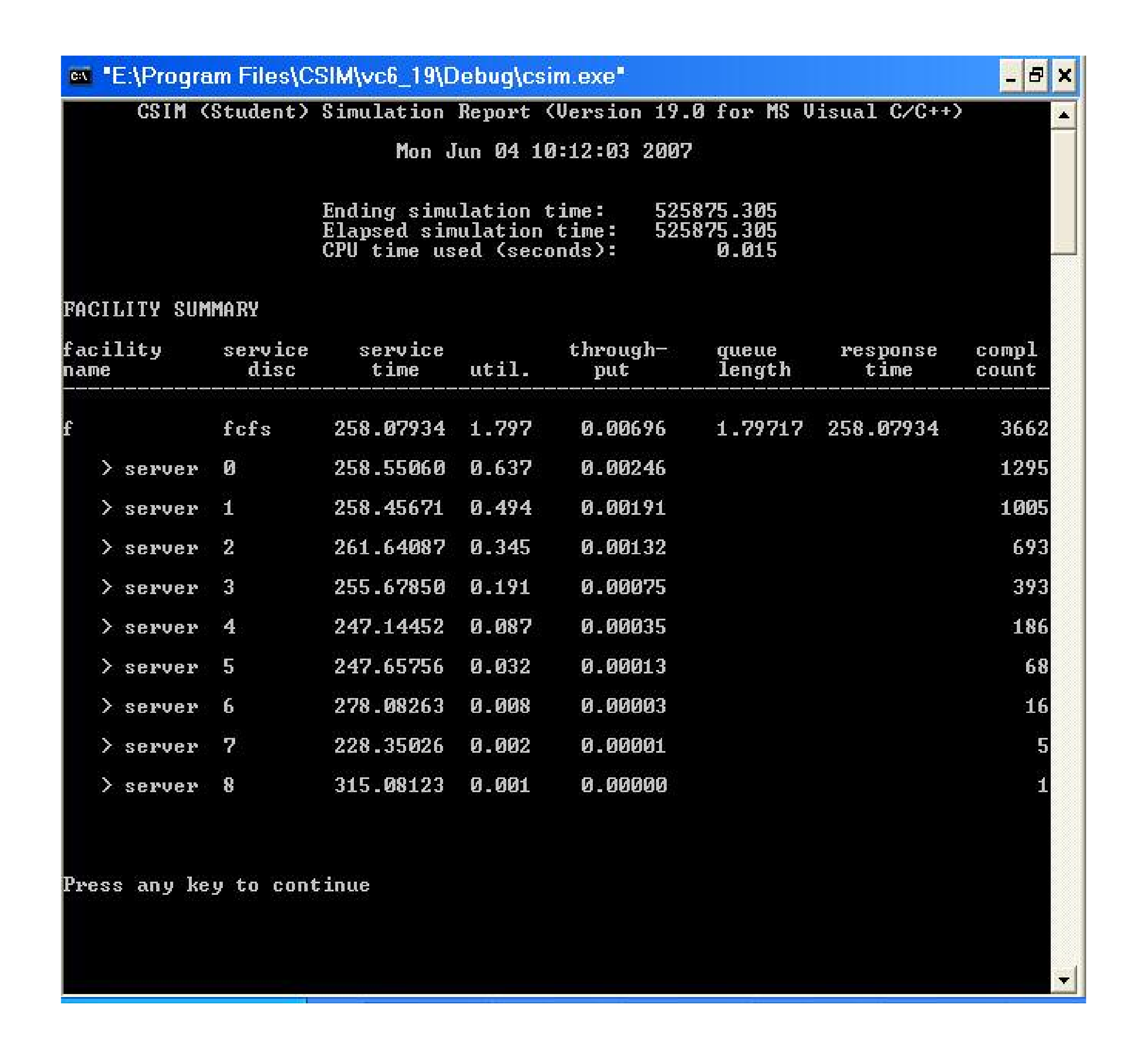
أصغر فترة زمنية = 20 \ 7 = 2.85 ساعة *60 = 171.4 دقيقة

أكبر فترة زمنية = 40 \ 7 = 5.7 ساعة *60 = 342.8 دقيقة

5- تنفيذ البرنامج وتحليل النتائج:

تم تنفيذ برنامج المحاكاة باستخدام أحدى أهم لغات المحاكاة وهي لغة CSIM وذلك باستخدام نسخة CSIM19 for Visual C++ 6 (C Version) .

وقد تم أخذ النتائج خلال فترة زمنية =1 سنة = 525600 دقيقة، وباستخدام القيم التي تم افتراضها مسبقا، وبافتراض توفر عدد كبير من الخوادم (عدد السائقين والرافعات)، فكانت النتائج كما يلي:



"E:\Program Files\CSIM\vc6_19\Debug\csim.exe"

CSIM (Student) Simulation Report (Version 19.0 for MS Visual C/C++)

Mon Jun 04 10:12:03 2007

Ending simulation time: 525875.305
Elapsed simulation time: 525875.305
CPU time used (seconds): 0.015

FACILITY SUMMARY

facility name	service disc	service time	util.	through-put	queue length	response time	compl count
f	fcfs	258.07934	1.797	0.00696	1.79717	258.07934	3662
> server	0	258.55060	0.637	0.00246			1295
> server	1	258.45671	0.494	0.00191			1005
> server	2	261.64087	0.345	0.00132			693
> server	3	255.67850	0.191	0.00075			393
> server	4	247.14452	0.087	0.00035			186
> server	5	247.65756	0.032	0.00013			68
> server	6	278.08263	0.008	0.00003			16
> server	7	228.35026	0.002	0.00001			5
> server	8	315.08123	0.001	0.00000			1

Press any key to continue

حيث يمثل أول سطر متوسط القيم لكل الخوادم المستخدمة (عدد 9 خوادم)
وفيما يلي توضيح لهذه القيم:

service time (متوسط زمن الخدمة بالدقائق لكل الخوادم) = 258.079

utilization (إجمالي استغلال كل الخوادم) = 1.797

throughput (الإنتاجية) = 0.00696

Queue length (متوسط طول الطابور مع حساب الشاحنة التي تحت الخدمة)= 1.797

Response time (متوسط زمن الانتظار + متوسط زمن الخدمة) = 258 دقيقة

وكان العدد الإجمالي للشاحنات التي تم تفريغها يساوي 3662 شاحنة، والجدول التالي يوضح عدد الشاحنات التي تم تفريغها ومتوسط زمن الخدمة لكل خادم:

الخادم	عدد الشاحنات التي قام بتفريغها	متوسط زمن الخدمة (بالدقائق)
الخادم الأول	1295	258.5
الخادم الثاني	1005	258.4
الخادم الثالث	693	261.6
الخادم الرابع	393	255.6
الخادم الخامس	186	247.1
الخادم السادس	68	247.6
الخادم السابع	16	278
الخادم الثامن	5	228
الخادم التاسع	1	315
الخادم العاشر	0	/

لاحظ في حالة أن الشركة كان لديها عدد 10 خوادم (10 سائقين + 10 رافعات)، فإن الخادم العاشر لن يستخدم مطلقا خلال سنة كاملة، وأن الخادم التاسع سوف يستخدم لمرة واحدة فقط، وهذا الأمر يمثل تكلفة إضافية للشركة.

* *والآن ولمعرفة عدد الخوادم الذي يعطينا أقل تكلفة إجمالية،* فإننا سوف نفترض في كل مرة عـــدد معين من الخوادم التي تمتلكها الشركة، وأن باقي الخوادم التي استخدمت كانت قــد اســتأجرت مــن سائقين خارجيين، وحساب التكلفة الإجمالية على حسب الأجرة المحددة لكــل الحــالتين، وباســتخدام المعادلة التالية:

تكلفة الخادم = عدد الشاحنات التي قام بتفريغها * متوسط زمن الخدمة (بالساعات) * الأجرة لكل ساعة عمل

<u>بافتراض أن الشركة تمتلك عدد خادم واحد فقط فإن:</u>

تكلفة ساعات العمل للخادم الأول= عدد الشاحنات التي قام بتفريغها * متوسط زمن الخدمة (بالساعات) * 12 دينار

تكلفة ساعات العمل للخادم الأول = 1295 * (258.55 \ 60) * 12

= 66964.5 دينار

كذلك يجب أن نحسب الأجرة الثابتة التي يتقاضيها أي خادم يعمل لدى الشركة، وذلــك خــلال فتــرة المحاكاة (سنة كاملة).

الأجرة الثابتة للخادم الأول = عدد أيام السنة * أجرة اليوم الواحد (20 دينار)

الأجرة الثابتة للخادم الأول = 365 * 20 = 7300 دينار

أما تكلفة باقي الخوادم (المستأجرة) فإنه يتم حساب أجرة ساعة العمل بقيمة 24 دينار

تكلفة باقي الخوادم = (1005 * 258.4 + 693 * 261.6 + 393 * 255.6 + 186 * 247.1 + 68 * 247.6 + 16 * 278 + 5 * 228 + 1 * 315 + 0) \ 60 * 24 دينار

تكلفة باقي الخوادم = 244052.8 دينار

التكلفة الإجمالية = تكلفة ساعات العمل للخوادم الشركة + الأجرة الثابتة للخوادم الــشركة + تكلفة الخوادم (المستأجرة)

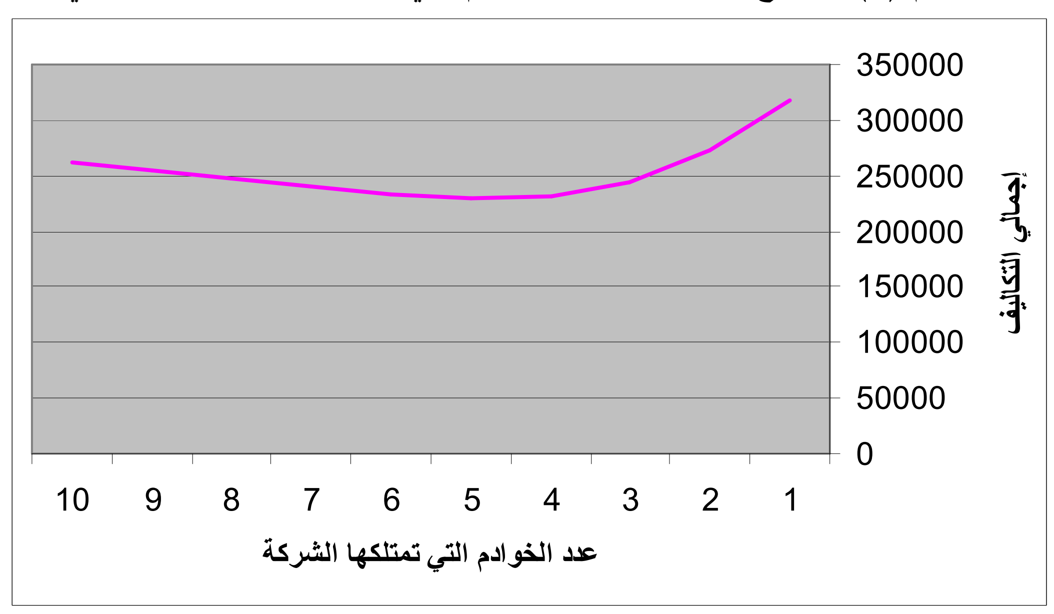
التكلفة الإجمالية = 66964.5 + 7300 + 244052.8

= 318304.3 دينار

* وبنفس هذه الطريقة تم حساب التكلفة الإجمالية، لباقي الاحتمالات وكما في الجدول التالي:

عدد الخوادم التي تمتلكها الشركة	التكلفة الإجمالية (بالدينار)
1	318317.30
2	273678.85
3	244721.09
4	231930.93
5	230038.81
6	233971.45
7	240381.85
8	247453.85
9	254690.85
10	261990.85

شكل رقم (1) يوضح العلاقة بين عدد الخوادم التي تمتلكها الشركة وبين إجمالي التكلفة

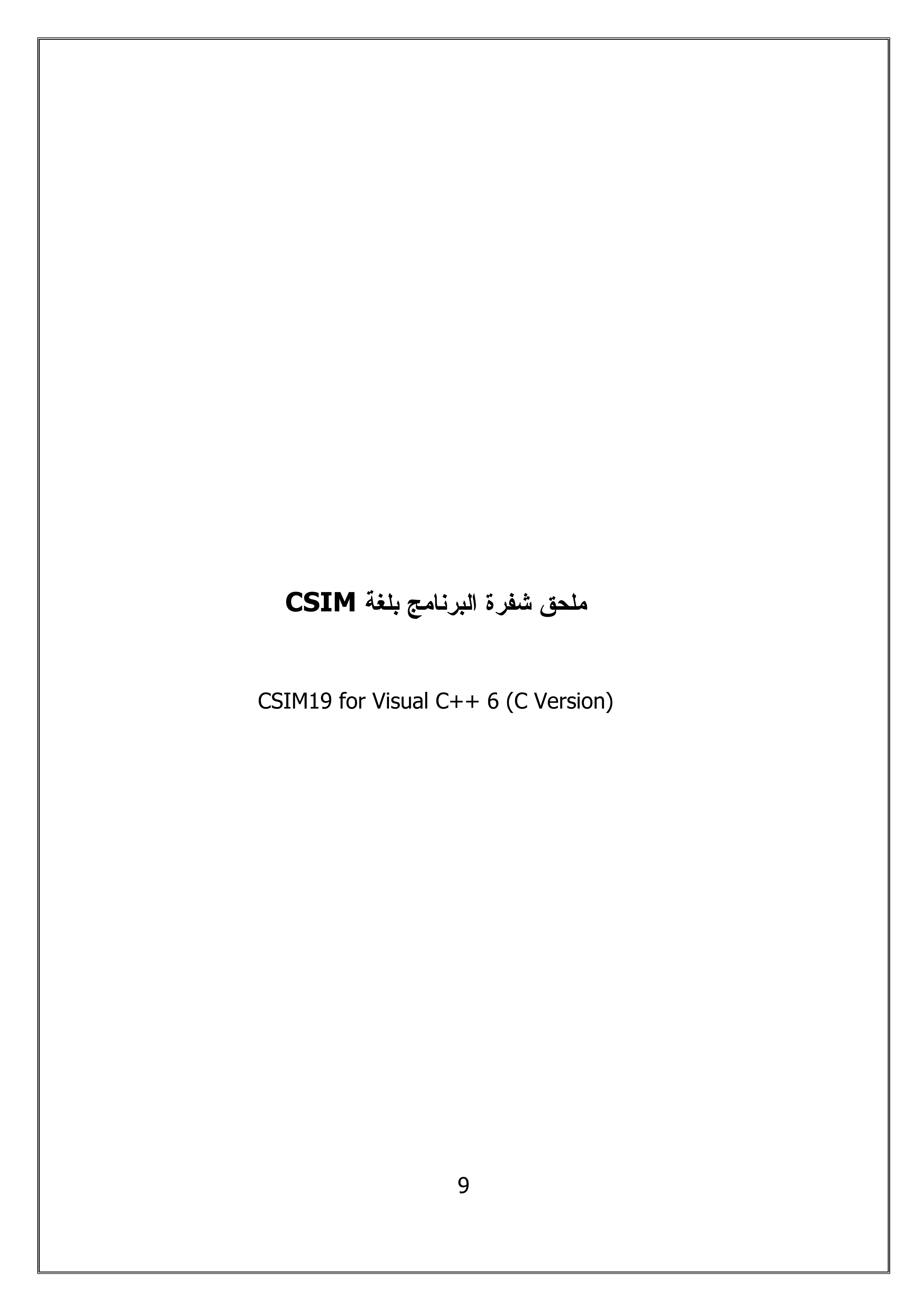


الاستنتاج:

إن النمذجة والمحاكاة تعتبر من المواضيع المهمة جدا من أجل إجـراء الدراسـات وتحديـد الجدوى الاقتصادية، وذلك في العديد من المجالات المختلفة. ويوجد هناك العديد مـن لغـات الحاسوب التي يمكن أن تستخدم في برمجة أنظمة المحاكاة، ولكن استخدام لغات برمجة خاصة بالنمذجة والمحاكاة مثل لغة CSIM التي تم استخدامها في هذا البحث، يوفر الوقـت والجهـد بشكل كبير.

من النتائج التي تحصلنا عليها عند تحليل مشكلة نظام النقل التي تم عرضها في هذه الورقـة، نستنتج أن العدد الأمثل للسائقين والرافعات التي يجب أن تمتلكها الشركة للحصول على أقـل تكلفة إجمالية هو عدد 5 سائقين وعدد 5 رافعات.

قائمة المراجع:



ملحق شفرة البرنامج بلغة CSIM

CSIM19 for Visual C++ 6 (C Version)

```
#include <csim.h>

FACILITY f; /*الاعلان عن الخادم*/


sim() /* sim بداية العملية */
{
        create("sim"); /* sim انشاء عملية*/
        f=facility_ms( "f", 20);  /*تكوين مركز الخدمة متعدد الخوادم*/

while(simtime() < 525600) /*  بداية الحلقة لمدة 1 سنة = 525600 دقيقة */
        {
        hold(exponential(140));/*التأخير بين وصول الزبائن بمتوسط 140دقيقة*/
        customer(); /* توليد زبون جديد*/
        }

report(); /*دالة توليد التقرير للحصول على المؤشرات المطلوبة*/
}

customer()
{
        create("customer"); /* انشاء عملية الزبون*/
        use(f, uniform(171.4,342.8)); /*استخدام الخادم بدالة التوزيع المنتظم*/
                                  /* لفترة من 171.4 دقيقة إلى 342.8 دقيقة*/
}
```